Journal of Iranian Plant Protection Research

https://jpp.um.ac.ir

Research Article
Vol. 37, No. 1, Spring 2023, p. 11-19

Introducing an Effective Method to Reduce Fungal Infection in Mass Rearing Predatory Mites *Amblyseius swirskii* (Athias-Henriot) (Acari: Phytoseiidae)

A. Hosseininia[1*], H. Bayat[2]

Received: 25-06-2022 Revised: 01-11-2022 Accepted: 25-01-2023 Available Online: 25-01-2023	**How to cite this article:** Hosseininia, A., & Bayat, H. (2023). Introducing an effective method to reduce fungal infection in mass rearing predatory mites *Amblyseius swirskii* (Athias-Henriot) (Acari: Phytoseiidae). *Journal of Iranian Plant Protection Research 37*(1): 11-19. (In Persian with English abstract). http://doi.org/10.22067/jpp.2023.77336.1099

Introduction

Due to the process of quality control of agricultural products and accurate assessment of pesticide residues in products exported to destination countries, the application of biological control has become essential. In order to use biological control, biological agents must either be purchased from countries with the technology of mass production of natural enemies, or to meet the needs of the country, the technology of mass production of predators and parasitoids must be developed. In the case of mass rearing of predatory mites, which are mostly used to control spider mite, the problem of mass prodaction has been partially resolved and some companies are rearing, but in mass rearing of these predators, destructive effects on non-target natural enemies and mold growth on the rearing media of predatory mites are problematic. The predatory mite, *Amblyseius swirskii* (Athias-Henriot) is one of the most common biological agents for control of two-spotted mite, whitefly and onion thrips in greenhouses, which is widely used in greenhouse crops worldwide. The importance of this study is to facilitate the mass production of this predatory mite. In mass production of this predator, a medium with eggs, nymphal stages, and mature mites of *Carpoglyphus lactis* Linnaeus was used at 25 ± 1 ° C, 70 ± 5% RH and L: D 16: 8. One of the most important limitation in the production of this predator is infection with some fungi such as *Rhizopus* spp., *Aspergillus* spp,and *Penicillium* spp., which caused the deterioration of the medium and consequently the death of dried fruit mites and predatory mites in the production environment.

Materials and Methods

To investigate the efficacy of five componds on fungal control, an experiment was achieved with twelve treatments in a completely randomized design in three replication. From the culture medium (800 g of elm flour, 195 g of wheat bran and 5 g of palm pollen) plus 1g/kg of compounds: tebuconazole, baking soda (sodium bicarbonate), Caliban® (potassium bicarbonate), Chitosan®, and carbendazim and in treatments where two compounds were mixed, 0.5 g/kg was used.

Results and Discussion

The analysis of variance for the treatments revealed significant differences in fungal infection reduction and the population dynamics of the mites. The treatments that showed the highest reduction in fungal infection compared to the control were treatments 1 (tebuconazole®), 3 (Caliban®), and 6 (Trichocara®), with reductions of 66.33%, 63.25%, and 28.62%, respectively.

In terms of the population increase of the prey mite C. lactis, the treatments that exhibited the highest increases were treatments 1 (tebuconazole®), 10 (Chitosan = tebuconazole), and 6 (Trichocara®), with population increases of 80.22%, 65.75%, and 65.15%, respectively.

Regarding the population increase of the predatory mite A. swirskii, the treatments that showed the highest

1 and 2- Associate Professors in Department of Technology and Production Management, Ornamental Plants Research Center (OPRC), Horticultural Sciences Research Institute (HSRI), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Mahallat, Iran

(*- Corresponding Author Email: asghar.hosseini.nia@gmail.com)

DOI: 10.22067/jpp.2023.77336.1099

increases were treatments 1 (tebuconazole®) and 6 (Trichocara®), with population increases of 76.33% and 72.66%, respectively, in the first group. In the second group, treatments 3 (Caliban®), 2 (soda), and 10 (Chitosan + tebuconazole) exhibited population increases of 56.33%, 54.66%, and 53.66%, respectively.

These results demonstrate the effectiveness of treatments 1 (tebuconazole®) and 6 (Trichocara®) in reducing fungal infection and promoting the population growth of both prey and predatory mites. Treatments 3 (Caliban®), 10 (Chitosan = tebuconazole), and 2 (soda) also showed positive effects on the population dynamics of the mites.

Conclusion

The predator mite population of *A. swirskii* is able to complete its growth on growth substrates with prey mite *C. lactis*. This predator has a high potential in feeding on dry fruit mite *C. lactis*. Therefore, this bait can be a suitable food for the mass production of *A. swirskii* mites. The most important problem in rearing large numbers of predatory mites is saprophytic fungi, which cause the destruction of a large number of predatory mites and their prey due to their sudden expansion. In general, according to the results of our study, the use of tebuconazole fungicide at a rate of one per thousand of commercial material and also the biological compound of Trichocara® (*Trichoderma virens*) with a concentration of one per thousand are recommended to control saprophytic fungi in mass production environment of predatory mite,*A. swirskii*,. Each of these two compounds has its advantages and disadvantages. In terms of availability, tabuconazole is more readily accessible compared to Trichocara®, which is a biological compound and considered more environmentally safe. However, Trichocara® may darken the color of the culture medium slightly due to the growth of Trichoderma virens in the medium. Considering the economic aspect and cost reduction in mass production of predatory mites, baking soda and Caliban®, which were part of the second group of effective treatments, offer economic value and are much cheaper than other compounds. They can effectively reduce the severity of fungal infections at minimal cost. Among the different compounds tested, the use of tebuconazole fungicide at a rate of one gram per thousand grams of substrate showed the most significant effect in controlling fungi. Although sodium bicarbonate and potassium bicarbonate were found to be less effective, they are still viable options due to their non-toxic nature.

Keywords: *Amblyseius swirskii*, *Carpoglyphus lactis*, Fungicide, Mass rearing

نشریه پژوهش‌های حفاظت گیاهان ایران
https://jpp.um.ac.ir

مقاله پژوهشی
جلد ۳۷، شماره ۱، بهار ۱۴۰۲، ص. ۱۹-۱۱

معرفی روش مؤثر کاهش آلودگی قارچی در پرورش کنه شکارگر *Amblyseius swirskii* (Athias-Henriot)(Acari:Phytoseiidae)

اصغر حسینی نیا[1]*- حسین بیات[2]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۴/۰۴
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۰۸/۱۰
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۱/۰۵

چکیده

کنه شکارگر *Amblyseius swirskii* (Athias-Henriot) یکی از رایج‌ترین عوامل کنترل بیولوژیک برای کنه تارتن دونقطه‌ای، سفید بالک گلخانه و تریپس پیاز در گلخانه‌ها می‌باشد که به طور گسترده‌ای در محصولات گلخانه‌ای جهان بکار می‌رود. اهمیت این مطالعه تسهیل در پرورش انبوه شکارگر فوق بوده است. برای پرورش انبوه این شکارگر از بستر پرورشی همراه با تخم‌ها، مراحل پورگی و کنه‌های بالغ *Carpoglyphus lactis* Linnaeus (کنه میوه خشک) در شرایط دمایی $25 \pm 1°C$ ، رطوبت نسبی RH ٪ ۵ ± ۷۵ و دوره نوری ۱۶ : ۸ L:D ,h استفاده شد. یکی از مهم‌ترین موانع پرورش کنه شکارگر، آلودگی محیط پرورشی به قارچ‌هایی نظیر *Rhizopus*، *Aspergillus* و *Penicillium* می‌باشد که باعث تجزیه محیط پرورشی و به تبع آن مرگ کنه میوه خشک و کنه شکارگر در محیط پرورش می‌شود. به منظور بررسی کارآیی پنج ترکیب در کنترل قارچ‌ها، آزمایشی با دوازده تیمار در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار انجام شد. از بستر پرورشی (۸۰۰ گرم آرد سنجد، ۱۹۵ گرم سبوس گندم، ۵ گرم گرده نخل) به علاوه یک گرم از ترکیبات: تبوکونازول، جوش شیرین (بی کربنات سدیم)، کالیبان (بی کربنات پتاسیم)، کیتوزان و کاربندازیم و در تیمارهایی مخلوط دو ترکیب، از هر جزء نیم گرم استفاده شد. بین کاهش شدت آلودگی به قارچ و افزایش جمعیت کنه طعمه و کنه شکارگر همبستگی مثبت مشاهده شد. از بین ترکیبات مختلف، کاربرد قارچ‌کش تبوکونازول به میزان یک گرم در هزار گرم بستر، بهترین اثر را در کنترل قارچ‌ها داشت. هرچند ترکیباتی مانند بی کربنات سدیم و بی کربنات پتاسیم تأثیر کمتری داشتند ولی به علت غیر سمی بودن گزینه های مناسبی می باشند.

واژه‌های کلیدی: پرورش انبوه، قارچ‌کش، *Amblyseius swirskii*، *Carpoglyphus lactis*

مقدمه

با توجه به فرایند کنترل کیفی محصولات کشاورزی وارزیابی دقیق باقیمانده سموم در محصولات صادراتی به کشورهای مقصد، کاربرد مبارزه بیولوژیک نیاز ضروری پیدا کرده است. برای استفاده از مبارزه بیولوژیک یا باید عوامل بیولوژیک از کشورهای صاحب فن‌آوری تولید انبوه دشمنان طبیعی، خریداری شود یا برای رفع نیاز کشور، فن‌آوری تولید انبوه شکارگران و پارازیتوئیدها را توسعه داد. لذا در راستای تولید انبوه عوامل بیولوژیک سال‌هاست که با حمایت دولتی و شرکت‌های دانش بنیان تولید انبوه عوامل کنترل بیولوژیک در کشور شروع شده است. در خصوص پرورش انبوه کنه‌های شکارگر که بیشتر برای کنترل کنه تارتن استفاده می شود مشکل پرورش انبوه تا حدودی برطرف شده و برخی از شرکت‌ها در حال پرورش می‌باشند ولی معضلات موجود در پرورش انبوه این عوامل از جمله آثار مخرب بر روی دشمنان طبیعی غیر هدف و کپک‌زدگی بستر پرورش کنه‌های شکارگر مشکل آفرین است.کنه میوه خشک *Carpoglyphus lactis* Linnaeus (Acari: Astigmata) یکی از آفات مخرب میوه‌های خشک مانند انجیر می‌باشد ولی در پرورش کنه‌های شکارگر خانواده Phytoseiidae به علت سرعت رشد آهسته جمعیت استفاده می شود

۱ و ۲- استادیاران گروه فن آوری و مدیریت تولید، پژوهشکده تحقیقات گل و گیاهان زینتی، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ایران، محلات
(*- نویسنده مسئول: Email: asghar.hosseini.nia@gmail.com)
DOI: 10.22067/jpp.2023.77336.1099

(Ji *et al.*, 2015). کنه شکارگر- *Amblyseius swirskii* Athias Henriot (Acari: Phytoseiidae) یکی از دشمنان طبیعی مهم در کنترل آفات گیاهان زینتی از جمله کنه‌های تارتن *Tetranychus urticae* Koch, (Acari: Tetranychidae)، سفید بالک *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood), (Hemiptera: Aleyrodidae) ، تریپس پیاز *Thrips tabaci* Lindman,. (Thysanoptera: Thripidae) و تریپس غربی گل *Frankliniella occidentalis* (Pergande), Thysanoptera: Thripidae) در گلخانه‌های زینتی بخصوص در گلخانه‌های رز بوده که به صورت عمده در کاهش جمعیت کنه تارتن و سفیدبالک به تنهایی و گاهی با بقیه کنه‌های شکارگر استفاده می‌شود (Javadi Hosseininia *et al.*, 2017; Jafari and Bazgir 2015; Khedri and Khanjani, 2014a; Javadi Khedri *et al.*, 2014b; Wimmer *et al.*, 2008). جمعیت کنه تارتن در نواحی مختلف که در تولید محصولات کشاورزی ایران نقش عمده‌ای دارند، دارای افزایش معنی‌داری است و در شرایط مساعد تا ۲۰ نسل در سال تولید مثل می‌کند (Javadi Khedri Jafari and Bazgir, 2015; Bazgir *et al.*, 2018; Khanjani, 2014a) کنه تارتن دونقطه‌ای علاوه بر تغذیه از سطح رویی و زیری برگ، روی غنچه‌ها و گل‌های باز شده سبب ایجاد تار بر روی برگ‌ها نیز می شوند. در آلودگی‌های شدید، این کنه‌ها باعث قهوه‌ای شدن برگ‌ها و کاهش در کمیت و کیفیت محصول و نهایتاً مرگ گیاه می‌شود (Liang *et al.*, 2012). توانایی زاد و ولد بالای کنه تارتن دو نقطه‌ای، کوتاه بودن چرخه زندگی این آفت، از طرف دیگر، تکرار و غلظت بالای مصرف سموم شیمیایی باعث ایجاد مقاومت سریع و طغیان این کنه در بسیاری از نواحی کشاورزی جهان شده است (Hosseininia *et al.*, 2017; Jafari and Bazgir, 2015; Javadi Khedri and Khanjani, 2014a;Juan-Blasco *et al.*, 2012).

. مشکل اصلی در جیره های مصنوعی برای ازدیاد کنه شکارگر *A. swirskii* و ازدیاد کنه طعمه *C. lactis* قارچ های ساپروفیت (*Aspergillus niger*، *Penicillium notatum* و *Rhizopus stolonifer*) می باشند (Hosseininia *et al.*, 2020). برخی ترکیبات که اغلب در کنترل قارچهای ساپروفیت به کار می روند شامل تبوکونازول، کالیبان (بی‌کربنات پتاسیم)، جوش شیرین (بی‌کربنات سدیم)، ترکیباتی با ماده موثره جوش شیرین، تریکوکاراً و کاربندازیم هستند (Dubey *et al.*, 2018). قارچکش تبوکنازول (Tebuconazole) DS ۲ درصد با نام تجاری راکسیل Raxil از گروه قارچکش های Triazole بوده (Müllenborn *et al.*, 2008؛ Bamdadian, 1998) و در ایران برای ضد عفونی بذر گندم علیه سیاهک پنهان معمولی و سیاهک آشکار گندم به ثبت رسیده است (Nowruzian, 2000Anonymous, 2017 ;). سبز آور (https://sabzyar.net/baking-soda-in-plant-breeding/).

ترکیب قارچ‌کش با ماده موثر جوش شیرین (بی‌کربنات سدیم) تاثیر مناسبی در کنترل برخی قارچ ها دارد (Zamani *et al.*, 2007).

جوش شیرین (سدیم هیدروژن‌کربنات یا سدیم بی‌کربنات با فرمول $NaHCO_3$) یک ماده ضد قارچ است که در برابر برخی از انواع بیماری‌های لکه سیاه و سفیدک پودری مؤثر است. از همه مهم‌تر، اسپری جوش شیرین ($NaHCO_3$) کمی دارای خاصیت بازی است و به صورت پودر سپید یا بلورین می‌باشد و جاذب رطوبت و بوگیر است. از این ماده برای متخلخل کردن خمیر نان نیز استفاده می‌شود و برای پستانداران کاملاً غیرسمی است (Dore *et al.*, 2010). اثر جوش شیرین ۳ درصد روی کنترل کپک آبی نارنج (*Penicillium agglomerans*) نشان داده که ۸۰ درصد اثر کاهش آلودگی داشته و می‌تواند جایگزینی برای مواد شیمیایی دیگر باشد (Zamani *et al.*, 2007). در خصوص مصرف قارچ اندوفیت تریکودرما گونه (*Trichoderma virens*) و بی‌کربنات سدیم ($NaHCO_3$) تحقیقی در ایران روی قارچ کپک سبز مرکبات (*Penicillium digitatum*) انجام شد و نشان داده شد که قارچ *T. virens* وقتی با ((Sodium carbonate (5%) و سم imazalil ((500ppm)) مخلوط شده است تاثیر بسیار بیشتری در کنترل قارچ کپک سبز داشته است. (Zamani *et al.*, 2006). اثر کنترلی عامل بیولوژیک (*T. virens*) بیشتر از ترکیب‌های شیمیایی بی‌کربنات سدیم در کنترل *P. digitatum* بود (Zamani *et al.*, 2006).

کیتوزان یا (کیتوسان Chitosan) مشتقی از گلوکان با واحدهای تکرار شونده کیتین است که توسط روگت در سال ۱۸۵۹ شناخته شد و از جوشاندن پلی ساکارید کیتین (واحدهای گلوگز آمین با اتصالالات بتا ۱ و ۴، C8H13NO5) در محلول پتاس با غلظت مشخص به دست آمد و علاوه بر خاصیت تغذیه ای، ویژگی قارچ‌کشی نیز دارد (Rahmani, *et al.*, 2015).

هدف از تحقیق حاضر بررسی کارایی برخی ترکیبات در کاهش میزان آلودگی به قارچهای ساپروفیت در بسترهای پرورش انبوه کنه شکارگر *A. swirskii* و کنه طعمه *C. lactis* بود.

مواد و روش‌ها

شرایط آزمایش: اتاقک رشد با شرایط دمایی ۲۵ ± ۱°C، RH رطوبتی ۵ ± ۷۰ ٪ و نوری ۸ : ۱۶ (L:D, h) برای آزمایش انتخاب شد. صفات مورد ارزیابی در این آزمایش: ۱- درصد کاهش شدت آلودگی به قارچ های ساپروفیت از جمله (ریزوپوس، آسپیروژیلوس و پنسیلیوم)، ۲- افزایش جمعیت کنه های طعمه کنه انباری *C. lactis* ۳- افزایش جمعیت شکارگر *A. swirskii* بودند. کنه شکارگر *A. swirskii* از شرکت کوپرت (Koppert®, Neatherland) خریداری و برای پرورش استفاده شد. کنه میوه خشک *C. lactis* از روی انجیر

خشـک اسـتهبان جـدا و روی مخمـر نـانوایی *Saccharomyces cerevisiae* Meyen and Hansen خـالص‌سـازی و بـه بسـترهای کشت اضافه شد. درصد افزایش جمعیت کنه شـکارگر *A. swirskii* و کنه طعمه *C. lactis* آن بر اساس افزایش جمعیت متحرک نسبت به نمونه‌برداری قبل از آن محاسبه شد. در یک دهم گرم بستر تعداد کنه متحرک زنده شمارش و درصد گیری شده و درصد افزایش تعداد کنـه شکارگر و کنـه طعمـه محاسـبه گردیـد. بـرای شـمارش کنـه هـا از میکروسکوپ تشریح با بـزرگ نمـایی۱۰ ×۴۰ اسـتفاده شـد. ظـروف پرورش شامل ۳ پتری‌دیش به عنوان سه تکرار برای هر تیمار در نظر گرفته شد.

پرورش انبوه: همراه با بستر غذایی مصـنوعی متشـکل از ۸۰۰ گرم آرد سنجد، ۱۹۵ گرم سبوس گندم و ۵ گرم گرده نخل (مجموعـاً یک کیلوگرم) به مقدار یک گرم از ترکیبات تبوکونـازول، کاربنـدازیم، تریکروکارا (عامل بیولوژیـک *T. virens*)، جـوش شـیرین معمـولی و جوش شیرین سبزآور، کالیبان (بی‌کربنات پتاسیم) و کیتوزان اسـتفاده گردید. در این آزمایش برای تیمارهایی که با دو نوع قارچ‌کش مخلوط شدند از هر قارچ‌کش به نسبت نیم گرم در یک کیلوگرم در هر بسـتر، استفاده شد. تیمارهای آزمایشی به ترتیب زیر بودند:

T1–تبوکونـازول، T2–جـوش شـیرین (بـی‌کربنـات سـدیم)، -T3کالیبان (بی‌کربنات پتاسـیم)، T4–شـاهد بـدون قـارچ‌کـش، T5–جوش شیرین سبزآور، T6–تریکوکارا، T7– کاربنـدازیم، T8– جـوش شـیرین و کاربنـدازیم، T9– جـوش شـیرین و تبوکونـازول، T10–تبوکونازول بعـلاوه کیتـوزان، T11–تبوکونـازول بـه عـلاوه کالیبـان، T12– تبوکونازول به عـلاوه کاربنـدازیم. در هـر تیمـار یـک گـرم از مخلوط‌های یاد شده درون یک پتری‌دیش به قطر ۹ سـانتی‌متـر روی اسفنج ۱۰×۶ سانتی‌متر مانند جزیـره درون ظـرف پلاسـتیکی بـا سـر متخلخل با ابعاد ۲۲×۱۴ سانتی‌متر حاوی آب استفاده گردیـد و بـرای هر تیمار ۴۰ کنه میوه خشک با نسبت مساوی نـر و مـاده در شـرایط یکسان (۱ ± ۲۵ °C، ۵ ± ۷۰ ٪ RH، ۱۶:۸ h(L:D)) رهاسازی شـد. بعد از ده روز ۴ عدد کنه شکارگر *A. swirskii* با نسبت ۱:۱ مـاده بـه نر کنه بالغ، به ظروف پرورش کنه انباری میـوه خشـک اضـافه شـد. تعداد کنه‌های شـکارگر و تعـداد کنـه‌هـای طعمـه بیسـت روز بعـد از رهاسازی کنه شکارگر و یک ماه بعد از رهاسازی کنه طعمه روی یک گرم بستر غذایی شمارش گردید. برآورد درصد میانگین تعداد کنه‌های میوه خشک (طعمه) و (شکارگر) محاسبه گردید. شدت کاهش آلودگی قارچی بر اساس نمره‌دهی یک تا ده برآورد شد بطوری‌که به ده درصد آلودگی نمره یـک و آلـودگی کـل پتـری‌دیـش نمـره ۱۰ داده شـد و محاسبه گردید.

قارچ‌های ساپروفیت غالبی که در ظروف بودنـد بـه روش زیسـت شناسی و اسـتفاده از کلیـد شناسـایی قـارچ نـاقص شناسـایی شـدند (Falahati Rastegar, 1991) کـه عبـارت بودنـد از: *Aspergillus* sp.، *Penicillium* sp. و *Rhizopus stolonifer*.

تجزیه داده‌ها: به منظور محاسبه درصد شدت آلودگی پتری‌دیـش ها ازفرمول (Townsend and Heuberger, 1943):

درصـد کـاهش آلودگی = $\{ \{ \Sigma (n . v) /(I . N) \} \times 100 \}$ -100

در فرمول فوق بالاترین ارزش I، ارزش طبقه v استفاده شد. تعداد کل پتری‌دیش‌ها N ، تعداد در هر طبقـه n اسـت. طبقـه یـک صـفر درصد آلودگی، طبقه دو ۱۰–۱ درصد آلودگی، طبقه سه ۲۰–۱۱ درصد آلودگی، طبقه چهار ۳۰–۲۱ درصد آلودگی، طبقه پـنج ۴۰–۳۱ درصـد آلودگی، طبقه شش ۵۰–۴۱ درصد آلودگی، طبقه هفت ۶۰–۵۱ درصد آلودگی، طبقه هشت ۷۰–۶۱ درصد آلودگی، طبقه نهم ۸۰–۷۱ درصد آلودگی، طبقه دهم ۱۰۰–۸۱ درصد آلودگی بر اساس سـطح پوشـانده شده از قارچ‌های ساپروفیت در نظر گرفته شد و درصد کـاهش شـدت آلودگی هر ظرف محاسبه شد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

میانگین داده‌های ۱۲ تیمار با سه تکرار در قالـب طـرح بـه طـور کامل تصادفی تجزیه واریانس شد و با آزمـون چنـد دامنـه دانکـن در سطح ۹۹ درصد ($P < 0.01$) با نرم‌افزار (SAS) مقایسه گردید (SAS Institute, 2005).

نتایج

تجزیه واریانس تیمارهـای ترکیبـات مختلـف در کـاهش شـدت آلودگی قارچی نشان داد که تیمارها با یکدیگر و با تیمـار شـاهد (T4) اختلاف معنی‌دار داشته‌اند.

($F_{2, 11}= 13.10; P=0.0001$) و بیشترین میزان کاهش شـدت آلودگی قارچی به ترتیب در تیمارهای ۱، ۳ و ۶ به ترتیـب بـا ۶۶/۳۳، ۶۳/۲۵ و ۲۸/۶۲ درصد کاهش شدت مشاهده شد ($p\leq0.01$). تجزیه واریانس تیمارهای ترکیبات مختلف در افزایش جمعیت کنه طعمه *C. lactis* نشان داد که تیمارها با یکدیگر و با تیمار شاهد (T4) اخـتلاف معنی‌دار داشته‌اند ($F_{2, 11}= 6.22; P=0.0001$;) و بیشترین افزایش جمعیت به ترتیب در تیمارهای ۱، ۱۰ و ۶ با ۸۰/۲۲، ۶۵/۷۵ و ۶۵/۱۵ درصد افـزایش مشـاهـد شـد ($p\leq0.05$). تجزیـه واریـانس تیمارهـای ترکیبات مختلف در افزایش جمعیت کنه شکارگر *A. swirskii* نشـان داد که تیمارها با یکدیگر و بـا تیمـار شـاهد (T4) اخـتلاف معنـی‌دار داشته‌اند ($F_{2, 11}= 7.47; P=0.0001$) و بیشترین افـزایش جمعیـت کنه شکارگر به ترتیب در تیمارهای ۱ و ۶ با ۷۶/۳۳ و ۷۲/۶۶ درصـد افزایش جمعیت شکارگر مشاهد شد و در گروه‌های بعدی تیمارهای ۳، ۲ و ۱۰ به ترتیب با ۵۶/۳۳، ۵۴/۶۶ و ۵۳/۶۶ درصد افزایش جمعیـت شکارگر قرار گرفتند ($p\leq0.01$).

جدول ۱- میانگین درصد کاهش شدت آلودگی به قارچ های ساپروفیت، میانگین درصد افزایش کنه طعمه *C. lactis* و میانگین درصد افزایش کنه شکارگر *A. swirskii*

Table 1- Mean of percentage decrease in severity of saprophytic fungi, average percentage increase in *C. lactis* prey mites and average percentage increase in *A. swirskii* predatory mites

تیمارها	ترکیبات قارچ‌کش Fungicide compounds	کنه شکارگر *A. swirskii*	کنه شکار *C. lactis*	میانگین درصد کاهش شدت آلودگی Mean % infested severity decrease
T_1	تبوکونازول Tebuconazole	76.33 ± 1.11 [a*]	80.22± 1.51[a]	65.33 ± 1.21[a]
T_2	جوش شیرین Sodium bicarbomate-1	54.66 ± 1.17[b]	60.20 ± 1.79[c]	49.32 ± 1.25[e]
T_3	کالیبان Potasium bicarbomate	56.33 ± 1.64 [b]	60.25 ± 1.27[c]	63.25 ± 0.92[b]
T_4	شاهد Control	51.66 ± 1.01[b]	50.31 ± 1.51[f]	20.33 ± 1.58[l]
T_5	جوش شیرین سبزآور Sodium bicarbomate-2	46.33 ± 1.37[b]	60.12 ± 1.35[c]	27.37 ± 0.77[i]
T_6	تریکوکاراً *Trichoderma virens*	72.66 ± 0.95[a]	65.15 ± 2.08[b]	62.28 ± 1.29[c]
T_7	کاربندازیم Carbendazim	27.33 ± 1.13[c]	30.44 ± 1.19[h]	28.30 ± 0.86[h]
T_8	جوش شیرین و کاربندازیم Sodium bicarbomate + Carbendazim	44.00 ± 1.54[c]	55.44 ± 1.61[e]	29.37 ± 1.51[g]
T_9	جوش شیرین و تبوکونازول Sodium bicarbomate +Tebuconazole	38.33 ± 1.53[c]	56.35 ± 1.25[d]	30/30 ± 1.43[f]
T_{10}	تبوکونازول + کیتوزان Chitosan+ Tebuconazole	53.66 ± 0.98[b]	65.75 ± 1.58[b]	50.30 ± 0.74[d]
T_{11}	تبوکونازول + کالیبان Tebuconazole+ Potasium bicarbomate	53.00 ± 1.27[b]	60.25 ± 1.36[c]	26.27 ± 1.47[j]
T_{12}	تبوکونازول + کاربندازیم Tebuconazole+ Carbendazim	28.00 ± 1.46[c]	35.27 ± 0.73[g]	25.33 ± 1.65[k]

*- اعداد مشترک در ستون‌ها نشان دهنده معنی‌دار نبودن تیمارهاست ($p\leq0.01$, Duncan´s test).

*- Common letters in the columns indicate that the treatments are not significant ($p\leq0.01$, Duncan's test)

بحث

نتایج نشان داد که جمعیت کنه شکارگر *A. swirskii* قادر است که رشد و نمو خود را روی بسترهای رشد با کنه طعمه *C. lactis* تکمیل نماید. این شکارگر دارای پتانسل بالایی در تغذیه از کنه میوه خشک *C. lactis* است. لذا این طعمه می‌تواند غذای مناسبی برای تولید انبوه کنه *A. swirskii* باشد (Hosseininia *et al.*, 2020). مهم‌ترین مشکل در پرورش انبوه کنه‌های شکارگر قارچ‌های ساپروفیتی هستند که با گسترش ناگهانی خود، باعث از بین رفتن تعداد زیادی کنه‌های شکارگر و طعمه آن‌ها می‌شوند. علت این کاهش رشد می‌تواند در اثر وجود مواد سمی تولید شده توسط این قارچ‌ها و یا در اثر کاهش اکسیژن بستر باشد. نتایج مطالعه حاضر نشان دهنده‌ی کاهش معنی‌دار شدت آلودگی در تیمار قارچ‌کش تبوکونازول است که از گسترش قارچ در بستر ا جلوگیری نمود.

نتایج نشان داد بیشترین کاهش شدت آلودگی در تیمارهای تبوکونازول یک در هزار، کالیبان (بی‌کربنات پتاسیم) یک در هزار و تریکوکاراً (*T. virens*) مشاهد شد که تبوکونازول با ۶۵ درصد کاهش بیشترین میزان کاهش آلودگی قارچی را سبب شد و به علت در دسترس بودن این ترکیب، استفاده از آن راحت تر است هرچند که دو

ترکیب دیگر هم از ترکیبات بی خطر و مفید برای محیط زیست می‌باشند. قارچ‌کش تبوکونازول (Tebuconazole) DS ۲ درصد با نام تجاری راکسیل Raxil از گروه قارچ‌کش‌های Triazole (Müllenborn *et al*., 2008) به میزان ۱۵ گرم از فرم تجاری برای ضد عفونی یک صد کیلوگرم بذر گندم علیه سیاهک پنهان معمولی و سیاهک آشکار گندم به ثبت رسیده است (Anonymous, 2017; Nowruzian, 2000). استفاده از قارچکش تبوکونازول در کنترل فوزاریوم درون پتری‌دیش با غلظت ۱ در هزار سبب بازدارندگی رشد قارچ فوزاریم شد (Kang *et al*., 2001). استفاده از غلظت دو در هزار یا 0.2 g/100 mL از ($NaHCO_3$ و $KHCO_3$) سبب ۹۵ درصد بازدارندگی رشد هیفهای *Fusarium oxysporum* شد (Hang and Woodams, 2003). مخلوط حشره‌کش‌ها با ترکیب مشابه تریکوکارآ (*T. virens*) باعث کاهش درصد کمی از قارچ عامل پوسیدگی ریشه (*Rhizoctonia solani*) شد (Dubey *et al*., 2018). یکی از عوامل محدود کننده در پرورش توام طعمه و شکارگر آلودگی به قارچهای ساپروفیت است. لذا عدم آلودگی‌های قارچی کیفیت پرورش انبوه را بالا می‌برد.

افزایش تعداد کنه میوه خشک در تیمارهای ۱، ۱۰ و ۶ متاثر از کاهش آلودگی قارچی بوده و تیمار تبوکونازول یک در هزار بهترین تیمار بوده است. تحقیقات مشابهی در این خصوص وجود ندارد اما طبق نتایج مطالعه حاضر بین کاهش شدت آلودگی قارچی و افزایش تعداد طعمه در بستر رشد همبستگی مثبت وجود داشت (Pearson Correlation Coefficientes; F2,11 = 0.67; P= 0.0001). بین کاهش شدت آلودگی با افزایش جمعیت کنه شکارگر نیز همبستگی مثبت وجود داشت (Pearson Correlation Coefficientes; $F_{2,11}$ = 0.66; P= 0.0001).

به طورکلی با توجه به بررسی نتایج حاصله از تیمارهای آزمایشی، استفاده از قارچکش تبوکونازول به میزان یک در هزار از ماده تجاری و همچنین ترکیب بیولوژیک تریکوکارآ (*Trichoderma virens*) با غلظت یک در هزار برای کنترل قارچهای ساپروفیت در محیط رشد پرورش انبوه کنه شکارگر *A. swirskii* توصیه می‌شود. هر کدام از دو ترکیب ذکر شده مزایا و معایب خود را دارند. مثلاً تبوکونازول در دسترس تر است ولی تریکوکارآ ترکیب بیولوژیک است و از نظر زیست محیطی ایمن تر می‌باشد با این حال این ماده رنگ بستر را کمی تیره می‌کند چون که قارچ *Trichoderma virens* نیز در محیط کشت، رشد می‌کند. از نظر جنبه‌های اقتصادی و کاهش هزینه های تولید انبوه کنه شکارگر، جوش شیرین و کالیبان که در گروه دوم تیمارهای مؤثر قرار گرفتند دارای ارزش اقتصادی بوده و بسیار ارزان تر از بقیه روش‌ها می‌باشند و می‌توان با حداقل هزینه شدت آلودگی قارچی را کاهش دهند.

منابع

1. Anonymous. (2017). *List of permitted poisons in the country*. Plant Protection Organization Agricultural Information and Scientific Documentation Center, p., 441. (In Persian)
2. Azimi, H. (2014). *The effect of combination of Cruxime methyl and tetraconazole fungicides with potassium bicarbonate in the control of powdery mildew in greenhouse conditions*, Conference on Agricultural and Environmental Sciences, Shiraz, p. 1-6. (In Persian with English abstract) Information website: https://civilica.com/doc/250359/.
3. Bamdadian, A. (1998). *Fungicides and their application in agriculture*, Brahmand Publications, Tehran, 235 p. (In Persian with English abstract)
4. Bazgir, F., Shakarami, J., & Jafari, S. (2018). Life table and predation rate of *Amblyseius swirskii* (Acari: Phytoseiidae) fed on *Eotetranychus frosti* (Tetranychidae) and *Cenopalpus irani* (Tenuipalpidae), *Systematic and Applied Acarology 23*(8): 1614-1626.
5. Calvo, F.J., Bolckmans, K., & Belda, J.E. (2011). Control of *Bemisia tabaci* and *Frankliniella occidentalis* in cucumberby *Amblyseius swirskii*, *BioControl*, *56*(2), 185–192.
6. Chmielewski, W. (1970) Studies of a food pest: the mite, *Carpoglyphus lactis* (L.). *Roczniki Państwowego Zakładu Higieny 21*(6): 611-7.
7. Desneux, N., Decourtye, A., & Delpuech, J.M. (2007). The sublethal effects of pesticides on beneficial arthropods, *Annual Review of Entomology* 52*:* 81–106.
8. Dore, A., Molinu, M.G., Venditti, T., & D'Hallewin, G. (2010). Sodium bicarbonate induces crystalline wax generation, activates host-resistance, and increases imazalil level in rind wounds of oranges, improving the control of green mold during storage. *Journal Agricaltue Food Chemistry 58*(12): 7297-304. http://doi.org/10.1021/jf101013j. PMID: 20486661.
9. Dubey, S.C., Singh, B., & Tripathi A. (2018). Integrated management of wet root rot, yellow mosaic, and leaf crinkle diseases of urdbean by seed treatment and foliar spray of insecticide, fungicide, and biocontrol agent, *Crop Protection* 112: 269–273.
10. Escudero, L.A., & Ferragut, F. (2005). Life-history of predatory mites *Neoseiulus californicus and Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae) on four spider mite species as prey, with special reference to *Tetranychus evansi*

(Acari: Tetranychidae), *Biological Control* 32: 378–384.
11. Falahati-Rastegar, M. (1991). *Illustrated key of mycology (ascomycetes*). Mohammadi Typing and Reproduction Institute, Mashhad Publishing Company, 263 p. (In Persian with English abstract)
12. Fouly, A.H., Al-Deghairi, M.A., & Abdel Baky, N.F. (2011). Biological aspects and life tables of *Typhlodromips swirskii* (Acari: Phytoseiidae) fed *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyroididae), *Journal of Entomology* 8*:* 52–62.
13. Gerson, U., & Weintraub, P.G. (2012). Mites (Acari) as a factor in greenhouse management, *Annual Review of Entomology* 57: 229–247.
14. Guedes, R.N.C., Smagghe, G., Stark, J.D., & Desneux, N. (2016). Pesticide-induced stress in arthropod pests for optimized integrated pest management programs, *Annual Review of Entomology* 61: 43–62.
15. Hang, Y.D., & Woodams, E.E. (2003). Control of *Fusarium oxysporum* by baking soda. *Lebensm -Wiss. u.-Technolgy, Food Science and Technology 36*(8): 803–805.
16. Horowitz, R., Denholm, I., & Morin, S. (2007). *Resistance to insecticides in the TYLCV vector*, *Bemisia tabaci.* In: H. Czosnek [ed.], Tomato Yellow Leaf Curl Virus Disease, Springer, Dordrecht, Netherlands, molecular biology, breeding for resistance, 305–325.
17. Hosseininia, A., Khanjani, M., Asadi, M., & Soltani, J. (2020). Life-history of the predatory mite *Amblyseius swirskii* (Athias-Henriot) (Acari: Phytoseiidae) on *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae), *Carpoglyphus lactis* Linnaeus (Acari: Carpoglyphidae) and *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Hemiptera: Aleyrodidae), *Journal of Ornamental Plants 10*(3): 155-166.
18. Hosseininia, A., Khanjani, M., Khoobdel, M., & Javadi Khederi, S. (2017). Compare the efficiency of the current oils and insecticide compounds in control of greenhouse whitefly *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood), (Hem.: Aleyrodidae) on rose and their interaction, *Journal of Plant Protection 30*(4): 718–726. (In Persian)
19. Jafari, S., & Bazgir, F. (2015). Life history traits of predatory mite *Typhlodromus* (*Anthoseius*) *bagdasarjani* (Phytoseiidae) fed on *Cenopalpus irani* (Tenuipalpidae) under laboratory conditions, *Systematic and Applied Acarology 20*(4): 366–374.
20. Javadi Khederi, S., & Khanjani, M. (2014a). Modeling demographic response to constant temperature in *Bryobia rubrioculus* (Acari: Tetranychidae), *Ecologia Montenegrina 1*(1): 18–29.
21. Javadi Khederi, S., Khanjani, M., Babolhavaeji, H., Soleimani, M.A., & Asali Fayaz, B. (2014b). Population parameters of *Tetranychus turkestani* (Acari: Prostigmata: Tetranychidae) on fourteen melon genotypes. *Persian Journal of Acarology 3*(3): 217–234.
22. Javadi khederi, S., Khoobdel, M., Khanjani, M., Hosseininia, A., Sadeghi Sorkhe Dizaji, B., Hosseini, S. M., & Sobati, H. (2019). Insecticidal effects of essential oils from two medicinal plants against *Aleuroclava jasmini* (Hemiptera: Aleyrodidae), *Journal of Crop Protection 8*(1): 57–67.
23. Ji, J., Zhang, Y.X., Lin, J.Z., Chen, X., Sun, L., & Saito, Y. (2015). Life histories of three predatory mites feeding upon *Carpoglyphus lactis* (Acari, Phytoseiidae; Carpoglyphidae), *Systematic and Applied Acarology 20*(5): 491–496.
24. Juan-Blasco, M., Qureshi, J.A., Urbaneja, A., & Stansly, P.A. (2012). Predatory mite, *Amblyseius swirskii* (Acari: Phytoseiidae), for biological control of Asian Citrus Psyllid, *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae), *Florida Entomologist 95:* 543–551.
25. Kang, Z., Huang, L., Krieg U., A., Mauler-Machnik, A., & Buchenauer, H. (2001). Effects of tebuconazole on morphology, structure, cell wall components and trichothecene production of Fusarium culmorum in vitro. *Pest Management Science: formerly Pesticide Science 57*(6): 491-500. http://doi.org/10.1002/ps.310.
26. Lee, H.-S., & Gillespie, D.R. (2011). Life tables and development of *Amblyseius swirskii* (Acari: Phytoseiidae) at different temperatures, *Experimental and Applied Acarology* 53: 17–27.
27. Liang, P., Tian, Y.A., Biondi, A., Desneux, N., & Gao, X.W. (2012). Short-term and transgenerational effects of the neonicotinoid nitenpyram on susceptibility to insecticides in two whitefly species, *Ecotoxicology 21*(7): 1889–1898.
28. McMurtry, J.A., De Moraes, G.J. & Sourassou, N.F. (2013). Revision of the lifestyles of phytoseiid mites (Acari: Phytoseiidae) and implications for biological control strategies, *Systematic and Applied Acarology, 18*(4): 297-320. http://doi.org/10.11158/saa.18.4.1.
29. Mohammadi Gol Tappeh, E., & Rezaei Danesh, Y. (2007). Investigation of the effect of two fungicides, benomyl and carbandazim, on the control of Trichoderma green mold in button mushroom breeding halls. *Agricultural Knowledge 16*(4): 157-165. (In Persian with English abstract)
30. Müllenborn, C., Steiner, U., Ludwig, M., & Oerke, E.C. (2008). Effect of fungicides on the complex of Fusarium species and saprophytic fungi colonizing wheat kernels. *European Journal of Plant Pathology* 120: 157–166. https://doi.org/10.1007/s10658-007-9204-y.
31. Nowruzian, M. (2000). *List of permitted poisons in the country.* Plant Protection Organization Agricultural Information and Scientific Documentation Center, p., 110. (In Persian)
32. Onzo, A., Houedokoho, A.F., & Hanna, R. (2012). Potential of the predatory mite, *Amblyseius swirskii* to suppress the Broad Mite, *Polyphagotarsonemus latus* on the Gboma Eggplant, *Solanum macrocarpon*, *Journal of Insect*

Science 12: 1–7.
33. Park, H.H., Shipp, L., & Buitenhuis, R. (2010). Predation, development, and oviposition by the Predatory Mite *Amblyseius swirkii* (Acari: phytoseiidae) on Tomato Russet Mite (Acari: Eriophyidae), *Journal of Economic Entomology 103*(3): 563–569.
34. Park, H.H., Shipp, L., Buitenhuis, R., & Ahn, J.J. (2011). Life history parameters of a commercially available *Amblyseius swirskii* (Acari: Phytoseiidae) fed on cattail (*Typha latifolia*) pollen and tomato russet mite (*Aculops lycopersici*), *Journal of Asia-Pacific Entomology 14*(4): 497–501.
35. Rahmani, A., Solgi, M., Ganji-Khorramdel, N., & Hosseini, S.M.R. (2015). Application of chitosan in environment and agriculture, the first national conference on applied research in environmental protection, *Water and Natural Resources, Arak, p.,* 20. (In Persian with English abstract). Information website: https://civilica.com/doc/392159.
36. SAS Institute. (2005). SAS software version 9.2 SAS Institute, Cary.
37. Seiedy, M., Soleymani, S., & Hakimitabar, M. (2016). Development and reproduction of the predatory mite *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae) on *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) and *Bemisia tabaci* Gennadius (Heteroptera: Aleyrodidae), *International Journal of Acarology 43*(2): 160-164.
38. Townsend, G.K., & Heuberger, J.W. (1943). Methods for estimating losses caused by diseases in fungicide experiments. *Plant Diseases . Reporter* 27: 340-343.
39. van Houten, Y M., Hoogerbrugge, H., & Bolckmans, K.J. (2007). Spider mite control by four phytoseiid species with different degrees of polyphagy, *IOBC/WPRS Bulletin 30*(5): 123–127.
40. Wimmer, D., Hoffmann, D., & Schausberger, P. (2008). Prey suitability of western flower thrips, *Frankliniella occidentalis*, and onion thrips, Thrips tabaci, for the predatory mite *Amblyseius swirskii*, *Biocontrol Science and Technology 18*(6): 533–542.
41. Xu, C., Qiu, B.L., Cuthbertson, A.G.S., Zhang, Y., & Ren, S.X. (2012). Adaptability of sweet potato whitefly *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) on seven marginal host plants, *International Journal of Pest Management 58*(4): 297–301.
42. Zamani, M., Tehrani, A.S., Ahmadzadeh, M., & Abadi, A.A. (2006). Effect of fluorescent pseudomonades and *Trichoderma* sp. and their combination with two chemicals on *Penicillium digitatum* caused agent of citrus green mold. *Communications in Agricultural and Applied Biological Sciences 71*(3): 1301-1310.
43. Zamani, M., Sharifi-Tehrani A., Alizadeh, A., & Abadi, A. (2007). Evaluation of antifungal activity of carbonate and bicarbonate salts alone or in combination with biocontrol agents in control of citrus green mold. *Communications in Agricultural and Applied Biological Sciences 72*(4): 773-777.